

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 4月18日
Date of Application:

出願番号 特願2003-114829
Application Number:

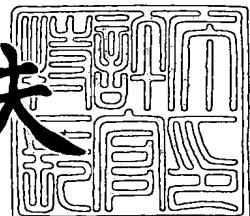
[ST. 10/C] : [JP2003-114829]

出願人 中央発條株式会社
Applicant(s):

2004年 3月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 10308155
【提出日】 平成15年 4月18日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 C22C 38/00
F16F 1/04
【発明の名称】 高疲労強度及び高腐食疲労強度を有する冷間成形ばね及び該ばね用鋼
【請求項の数】 10
【発明者】
【住所又は居所】 名古屋市緑区鳴海町字上汐田68番地 中央発條株式会社内
【氏名】 吉川 英利
【発明者】
【住所又は居所】 名古屋市緑区鳴海町字上汐田68番地 中央発條株式会社内
【氏名】 榊原 隆之
【発明者】
【住所又は居所】 名古屋市緑区鳴海町字上汐田68番地 中央発條株式会社内
【氏名】 脇田 将見
【特許出願人】
【識別番号】 000210986
【氏名又は名称】 中央発條株式会社
【代理人】
【識別番号】 100095670
【弁理士】
【氏名又は名称】 小林 良平

【選任した代理人】**【識別番号】** 100077171**【弁理士】****【氏名又は名称】** 竹内 尚恒**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 019079**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9800988**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 高疲労強度及び高腐食疲労強度を有する冷間成形ばね
及び該ばね用鋼

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 重量比にしてC:0.45～0.52%、Si:1.80～2.00%、Ni:0.30～0.80%、Cr:0.15～0.35%、V:0.15～0.30%を含有し、残部が実質的にFeよりなる鋼を素材とし、高周波加熱により焼入れ・焼戻しを行うことを特徴とする高疲労強度及び高腐食疲労強度を有する冷間成形ばね。

【請求項 2】 素材鋼のPを0.025%以下、Sを0.020%以下としたことを特徴とする請求項 1 に記載の冷間成形ばね。

【請求項 3】 高周波加熱による焼入れ・焼戻し後の線材の引張強さを1800～2000MPa、絞りを35%以上とした請求項 1 又は 2 に記載の冷間成形ばね。

【請求項 4】 上記焼入れ・焼戻し後の硬さがHRC50.5～53.5であり、且つ、表面下0.2mmの位置で-600MPa以上の残留応力が発生するようにショットピーニングを施したことを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の冷間成形ばね。

【請求項 5】 重量比にしてC:0.45～0.52%、Si:1.80～2.00%、Ni:0.30～0.80%、Cr:0.15～0.35%、V:0.15～0.30%を含有し、残部が実質的にFeよりなる鋼を素材とし、高周波加熱により焼入れ・焼戻しを行い、冷間でコイリングを行うことを特徴とする高疲労強度及び高腐食疲労強度を有するコイルばねの製造方法。

【請求項 6】 上記高周波加熱による焼入れが、920～1040°Cで5～20秒間加熱後急冷、焼戻しが450～550°Cで5～20秒間加熱によるものであることを特徴とする請求項 5 に記載のコイルばねの製造方法。

【請求項 7】 焼入れ温度が940～1020°C、焼戻し温度が480～520°Cであることを特徴とする請求項 6 に記載のコイルばねの製造方法。

【請求項 8】 焼戻し後急冷することを特徴とする請求項 6 に記載のコイルばねの製造方法。

【請求項 9】 重量比にしてC:0.45～0.52%、Si:1.80～2.00%、Ni:0.30～0.80%、Cr:0.15～0.35%、V:0.15～0.30%を含有し、残部が実質的にFeよりなることを特徴とする高周波加熱調質・冷間成形用ばね鋼。

【請求項 10】 Pを0.025%以下、Sを0.020%以下としたことを特徴とする請求項9に記載の高周波加熱調質・冷間成形用ばね鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高疲労強度を有する冷間成形ばね及びその素材並びにばねの製造方法に関する。さらに詳しくは、懸架ばね等のように、腐食環境下においても高い疲労強度が必要とされる冷間成形ばね、その材料及びそのようなばねの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、環境保護及び資源保護のため、自動車排出ガス中の有害物質含有量の低減が要請されるとともに、燃費の向上も強く要請されている。これらの要請に対しては、車体の軽量化が有効であるため、車体の各部品について軽量化するための努力が続けられている。

【0003】

車体の部品のうち、たとえば懸架用ばね等は使用応力（設計応力）を高めることにより軽量化に寄与できるが、使用応力を高めた場合、問題になるのがばねの疲労（耐久性）である。

【0004】

しかも、懸架用ばねの場合には、車体の中で最も水や泥等が付着しやすい箇所に装着されるものであるため、腐食の問題を避けて通ることができない。腐食によって、ばねの表面にピット（微小孔）が生じ、それを起点として疲労破壊が引き起こされるからである。

【0005】

これらの問題に対処するため、本出願人はすでに、特許文献1に示す「耐腐食疲労強度を向上させたばね」を出願している。

【0006】

しかしながら、上記ばねは高い使用応力下での使用には耐えられるが、主に熱

間成形を想定して開発したものであるため、本発明のような冷間成形材料として用いるには脱炭（高温加熱時に、ばね表面から炭素が脱する現象）が生じすぎて、耐久性が劣化する可能性がある。

【0007】

【特許文献1】

特開平11-241143号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、耐腐食性を有するとともに耐久性（耐疲労性）をも併せ有する冷間成形ばね用鋼、及び該ばね用鋼を用いた冷間成形コイルばねを得ることが課題になる。

【0009】

本発明はこのような課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、高疲労強度（耐疲労性・耐久性）及び高腐食疲労強度を有する冷間成形ばね、及び該ばね用材料（鋼）並びにその冷間成形コイルばねの製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために成された本発明に係る高疲労強度及び高腐食疲労強度を有する冷間成形ばねは、重量比にしてC:0.45～0.52%、Si:1.80～2.00%、Ni:0.30～0.80%、Cr:0.15～0.35%、V:0.15～0.30%を含有し、残部が実質的にFeよりなる鋼を素材とし、高周波加熱により焼入れ・焼戻しを行うことを特徴とする。

【0011】

上記素材鋼において、Pを0.025%以下、Sを0.020%以下とすることが望ましい。

【0012】 上記線材は、高周波加熱による焼入れ・焼戻し後の引張強さを1800～2000MPa、絞りを35%以上とすることが望ましい。

【0013】

また、上記焼入れ・焼戻し後の硬さをHRC50.5～53.5とし、且つ、表面下0.2mmの位置で-600MPa以上の残留応力が発生するようにショットピーニングを施すこ

とが望ましい。

【0014】

本発明に係る高疲労強度及び高腐食疲労強度を有するコイルばねの製造方法は、上記同様、重量比にしてC:0.45～0.52%、Si:1.80～2.00%、Ni:0.30～0.80%、Cr:0.15～0.35%、V:0.15～0.30%を含有し、残部が実質的にFeよりなる鋼を素材とし、高周波加熱により焼入れ・焼戻しを行い、冷間でコイリングを行うことを特徴とする。

【0015】

ここにおいて、上記高周波加熱による焼入れは920～1040°Cで5～20秒間加熱後急冷、焼戻しは450～550°Cで5～20秒間加熱とすることが望ましい。更に望ましくは、焼入れ温度範囲は940～1020°C、焼戻し温度範囲は480～520°Cとする。

【0016】

また、上記焼戻し後は急冷することが望ましい。

【0017】

本発明に係る高周波加熱調質・冷間成形用ばね鋼は、重量比にしてC:0.45～0.52%、Si:1.80～2.00%、Ni:0.30～0.80%、Cr:0.15～0.35%、V:0.15～0.30%を含有し、残部が実質的にFeよりなることを特徴とする。

【0018】

前記同様、この素材鋼においてはPを0.025%以下、Sを0.020%以下とすることが望ましい。

【0019】

【発明の実施の形態】

本発明の高疲労強度及び高腐食疲労強度を有する冷間成形ばねにおいて、使用する素材鋼の化学成分範囲を上記のように定めた理由は次のとおりである。

【0020】

炭素：0.45～0.52%

炭素は鋼に強度を与えるために最も大きな影響を持つ元素であり、懸架用ばねとして十分な耐久性（耐疲労性）を有する程度の強度を付与するためには、0.45%以上含有していかなければならない。しかし、0.52%を超えて含有させると、靭性

の低下の影響により、腐食疲労強度が下がるようになる。

【0021】

シリコン：1.80～2.00%

シリコンも炭素同様、鋼に強度を与える元素であるが、ばねの場合には、耐へたり性付与の効果を重視する。自動車の通常の使用条件を考慮すると、シリコンが1.80%未満では、へたりが無視し得なくなり、車高の低下を招く恐れがある。一方、シリコンは加熱時の表面脱炭を助長する元素でもある。表面に最大の負荷がかかる状態で使用されるばねの場合には、脱炭に最も注意を払う必要がある。シリコンを2.00%を超えて含有させると、焼入れ加熱時の脱炭が無視し得なくなるため、本発明においては2.00%以下に押さえることにした。

【0022】

ニッケル：0.30～0.80%

ニッケルは鋼の耐食性を向上させる。懸架ばねとして必要な耐食性を付与するためには、0.30%以上のニッケルを添加する必要がある。しかし、0.80%を超えて添加しても、耐食性付与の効果は飽和し、高価な元素であるニッケルが素材コストをいたずらに増加させるのみである。

【0023】

クロム：0.15～0.35%

クロムはニッケルと同様、鋼の耐食性を向上させる他、焼入性を向上させる元素である。鋼が熱処理により十分な強度、韌性及び耐久性を発揮するためには、熱処理が完全に行われなければならない。そのためには、ばね用線材の中心まで十分な焼入れが行われる必要がある。そこで本願発明では0.15%以上のクロムを添加することとした。しかし、本願発明が対象とする懸架ばねの線径を考慮した場合、焼入性向上効果に関しては0.35%で十分であり、それ以上添加すると残留オーステナイトが増加するという問題が生ずる。

【0024】

バナジウム：0.15～0.30%

バナジウムは、炭化物として鋼中に微細に析出し、加熱時の結晶粒成長を防止する。鋼の結晶粒微細化は韌性向上に効果的であるとともに、耐腐食疲労性向上

においても有効な手段である。このような効果を得るためにバナジウムを0.15%以上含有しなければならない。しかし、0.30%以上添加すると、むしろバナジウム炭化物の析出サイトが増加するよりも各炭化物が成長して大きくなる傾向にあり、韌性及び耐腐食疲労性を低下させるおそれがある。

【0025】

リン：0.025%以下

リンは鋼中において結晶粒界に優先的に析出し、粒界の強度を低下させる。これは疲労強度の低下につながるため、ばねにおいてはその含有量をできるだけ下げることが望ましい。製造工程における工程能力と、ばねとしての要求特性を勘案すると、その含有量を0.025%以下とすることが望ましい。

【0026】

イオウ：0.020%以下

イオウは鋼中においてマンガンと化合し、鋼に不溶のMnSとなる。MnSは柔らかいため、圧延等により延びて、鋼の機械的性質を劣化させる。このため、ばねとしてもその含有量を最小限に抑えることが望ましいが、製造工程における工程能力と、ばねとしての要求特性を勘案すると、その含有量を0.020%以下とすることが望ましい。

【0027】

冷間成形ばねの標準的な製造工程は次の通りである。素材を線材に圧延後、場合により引き抜き等により所定の径に調整し、焼入れ・焼戻しを行う。その後、コイリングを行い、ショットピーニング及びセッティングを行う。

【0028】

本発明に係る冷間成形ばねは、素材として上記化学成分を有する鋼を使用するとともに、焼入れ及び焼戻し処理を、硬さがHRC50.5～53.5となるように行う。硬さがこの範囲よりも低いと、懸架ばねとして必要な耐久性（疲労強度）が確保されない。一方、この範囲よりも硬くすると冷間コイリングが困難となり、コイリングの際の品質低下（表面疵や割れ等の発生、過度の加工効果による韌性低下）が生じるようになる。

【0029】

なお、本発明では、この焼入れ及び焼戻しの際に高周波加熱を用いる。高周波加熱は迅速な昇温が可能であるため、表面脱炭の生成を最小限に抑え、また、内部においては結晶粒が成長する暇を与えないという効果を有する。また、温度管理が比較的容易であり精度のよい加熱を行うことができる。このような効果は特に焼入れにおいて有用であるが、焼戻しにおいても、同じ効果（焼戻し硬さ）を得るために時間を短くして温度をやや上げることは、ばねにおいては耐へたり性を向上させるという有用な効果につながる。

【0030】

具体的には、高周波加熱による焼入れは、920～1040°C（望ましくは940～1020°C）で5～20秒間加熱後急冷、焼戻しは450～550°C（望ましくは480～520°C）で5～20秒間加熱とすることが望ましい。これらの加熱温度はいずれも、通常の炉加熱の場合よりも高いが、短時間加熱（昇温）の効果により、脱炭・結晶粒粗大化等の問題が生じない。

【0031】

また、焼戻し後も急冷することにより、焼戻し硬さのばらつきが小さくなる。

【0032】

ショットピーニング処理の条件は、表面下0.2mmの位置で-600MPa以上の残留応力が発生するように調整する。表面にこの程度の圧縮残留応力を予め付与しておくことにより、懸架ばねとしての十分な耐久性が確保される。ショットピーニングは冷間（室温）で行ってもよいし、温間(250～340°C程度)で行ってもよい。

【0033】

【発明の効果】

本発明に係る冷間成形ばねは、素材鋼を上記のような適正な成分範囲に設定するとともに、適切な高周波加熱条件と組み合わせたため、懸架ばねとして良好な耐腐食疲労性を有する。また、加熱条件やその後のショットピーニング等の条件を適切に設定したことにより、使用時のへたりも最小限に抑えられる。しかも、コイリング加工が容易であり、加工時の品質低下が最小限に抑えられる。

【0034】

このような良好な特性を有する本発明に係る冷間成形コイルばねは、最大設計

応力1150MPa以上で使用することができる。

【0035】

【実施例】

以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

【0036】

まず、炭素含有量及びシリコン含有量を変化させた計20個の鋼を作製し、その脱炭特性を調査した。その結果を図1に示す。脱炭特性は、各鋼を900℃に10分間加熱し、急冷した後に切断して断面を顕微鏡により観察し、完全（フェライト）脱炭層の深さ（DM-F）が0.02mm未満のものを○、0.02mm以上のものを×と評価した。

【0037】

図1から、脱炭を考慮した場合に最適な炭素含有量及びシリコン含有量の領域として、図2に示す領域が得られた。すなわち、この最適領域は重量比にしてC:0.45~0.52%、かつ、Si:1.80~2.00%である領域である。

【0038】

図2において、シリコン含有量が1.80%未満且つ炭素含有量が0.52%未満の領域は強度不足領域であり、この領域においては耐久性が不足し、使用時のへたりが大きい。シリコン含有量が2.00%を超える領域は脱炭不良領域であり、この領域では加熱時の脱炭により表面の強度が著しく低下する恐れがある。炭素含有量が0.52%を超える領域は靭性低下領域であり、特に懸架ばねのような腐食環境下で使用される鋼では、耐久性が低下する。

【0039】

次に、炭素含有量を変化させた場合の腐食耐久性について調べた。その結果を図3に示す。図3において、負荷条件は、490±294MPaとした。また、炭素以外の主要化学成分の組成は、Si:1.99%、Mn:0.69%、Ni:0.55%、Cr:0.20%、V:0.20%とした。

図3からわかるように、炭素含有量が0.52%以下の場合は腐食耐久回数が5万回を超えており、十分な腐食耐久性を有する。しかし、炭素含有量が0.52%を超えると、腐食耐久回数が3万回程度まで急激に低下している。

【0040】

次に、ニッケル含有量を変化させた場合の耐腐食性について調べた。その結果を図4に示す。ニッケル以外の主要化学成分の組成は、C:0.49%、Si:1.99%、Mn:0.69%、Cr:0.20%、V:0.20%とした。耐腐食性を評価する指標としては、「濃度5%、温度35°Cの食塩水を3hr噴霧、その後35°Cで21hr乾燥」というサイクルを20回繰り返した後の単位表面積当たりの腐食減量（単位はkg/m²）を用いた。

図4から明らかなように、ニッケル含有量が0.30%以上においては腐食減量が0.4kg/m²であり、十分な耐腐食性を備えているといえる。

【0041】

次に、バナジウム含有量を変化させた場合の結晶粒微細化効果について調べた。その結果を図5に示す。バナジウム以外の主要化学成分の組成は、C:0.49%、Si:1.99%、Mn:0.69%、Ni:0.55%、Cr:0.20%とした。

図5からわかるように、バナジウム含有量が0.15～0.30%の範囲においては結晶粒度番号が10を超える、十分な結晶粒微細化効果が得られている。

【0042】

次に、リン含有量が腐食耐久性に及ぼす影響を調べた。その結果を図6に示す。なお、リン以外の主要化学成分の組成は、C:0.49%、Si:1.99%、Mn:0.69%、Ni:0.55%、Cr:0.20%、V:0.20%とした。

【0043】

図6からわかるように、リン含有量を0.025%以下に抑えることにより腐食耐久回数が5万回を超えるが、リン含有量がそれを超えると、腐食耐久回数が2万回程度まで低下した。

【0044】

次に、C:0.49%、Si:1.99%、Mn:0.69%、Ni:0.55%、Cr:0.20%、V:0.20%なる成分を有する鋼を素材として、高周波加熱により焼入れを行った後、引張強さが1800～2000MPaとなるように各種温度で焼戻しを行った。その場合の引張強さと絞りとの関係を図7に示す。ここで比較材として、従来鋼であるSAE9254鋼の特性を併記した。このグラフは、本発明に係る鋼が従来よりも高い延性を有することを明らかにしている。これは、耐腐食疲労性に有効に働くものと考えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 炭素含有量及びシリコン含有量を変化させたときの脱炭特性を評価した結果を示す表。

【図2】 炭素及びシリコンの最適含有量範囲を示すグラフ。

【図3】 炭素含有量と腐食耐久回数の関係を示すグラフ。

【図4】 ニッケル含有量と腐食減量の関係を示すグラフ。

【図5】 バナジウム含有量と結晶粒度番号の関係を示すグラフ。

【図6】 リン含有量と腐食耐久回数の関係を示すグラフ。

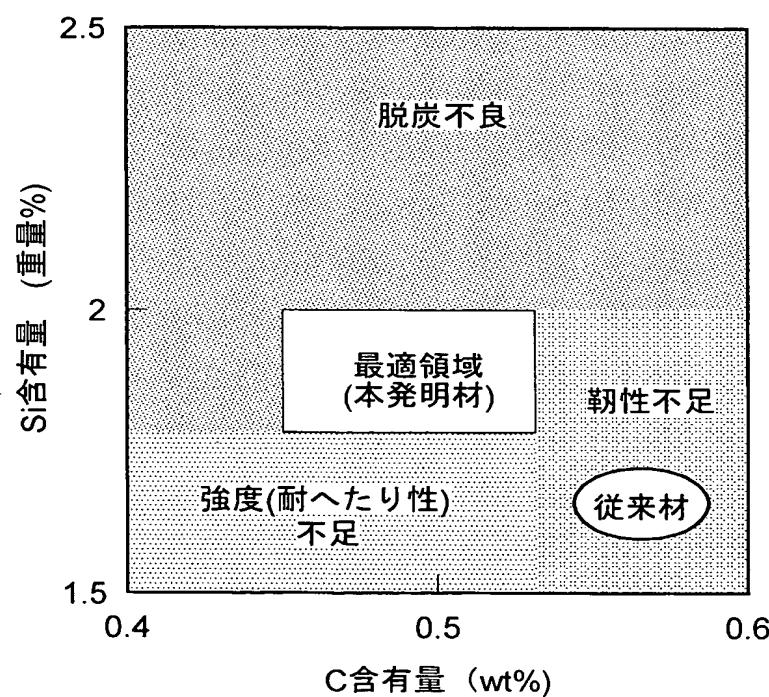
【図7】 本発明材及び比較材の引張強さと絞りの関係を示すグラフ。

【書類名】図面

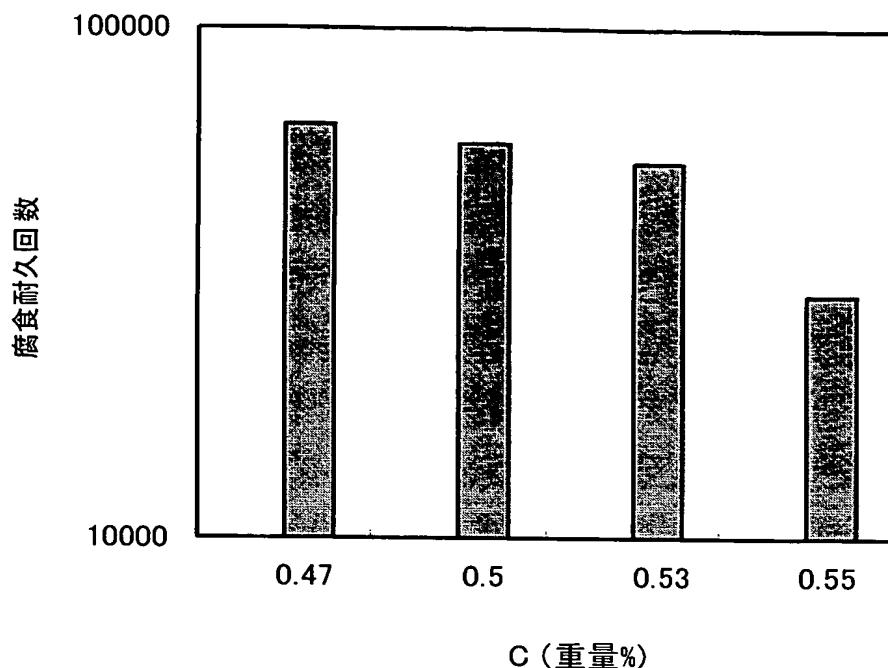
【図 1】

試料No.	C %	Si %	脱炭
1	0.43	1.6	○
2	↑	1.8	○
3	↑	2.0	○
4	↑	2.2	×
5	0.46	1.6	○
6	↑	1.8	○
7	↑	2.0	○
8	↑	2.2	×
9	0.49	1.6	○
10	↑	1.8	○
11	↑	2.0	○
12	↑	2.2	×
13	0.52	1.6	○
14	↑	1.8	○
15	↑	2.0	○
16	↑	2.2	×

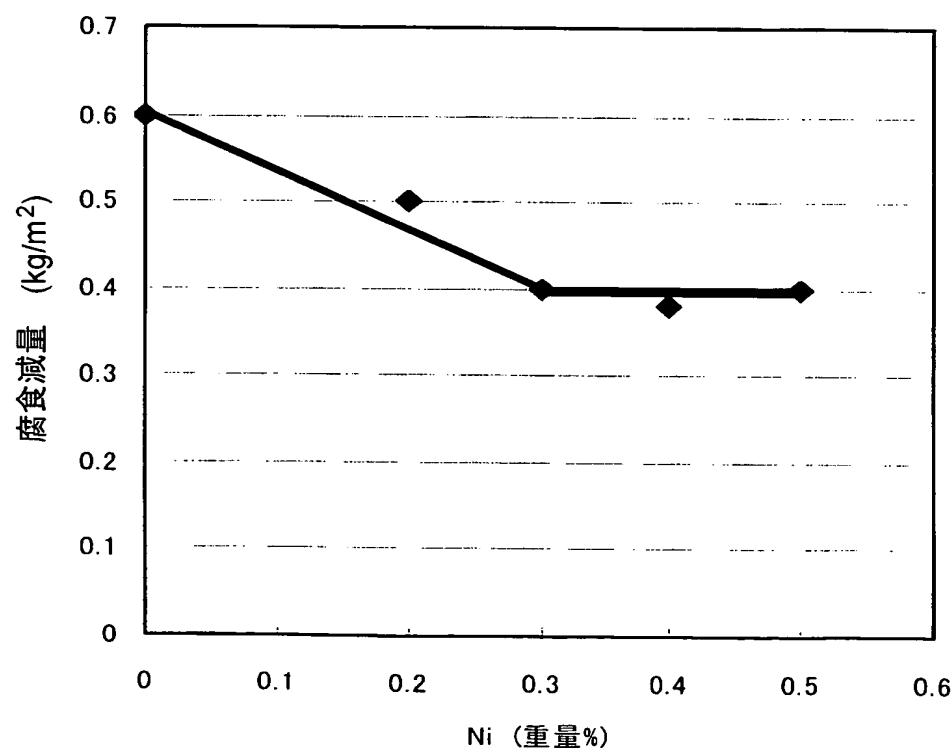
【図 2】



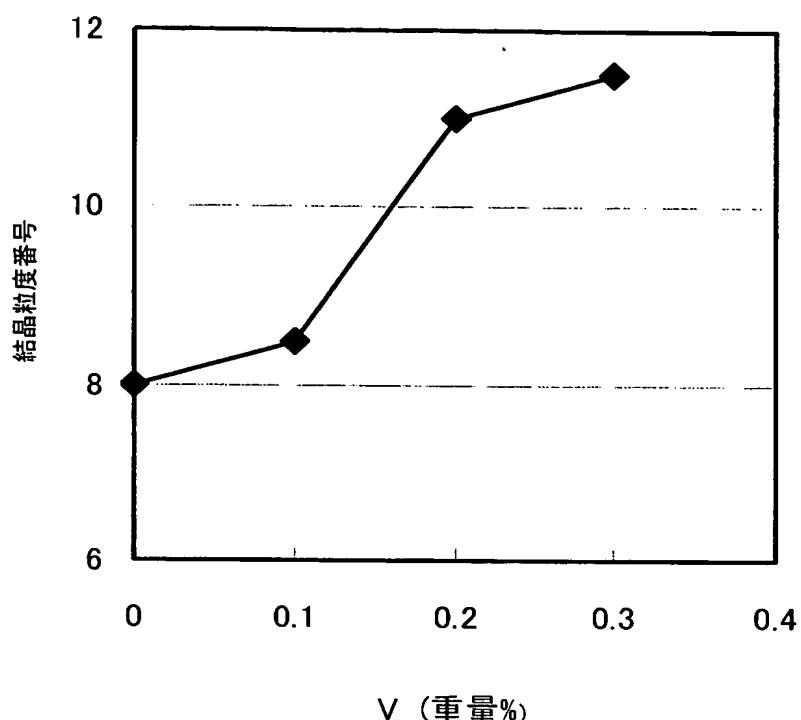
【図3】



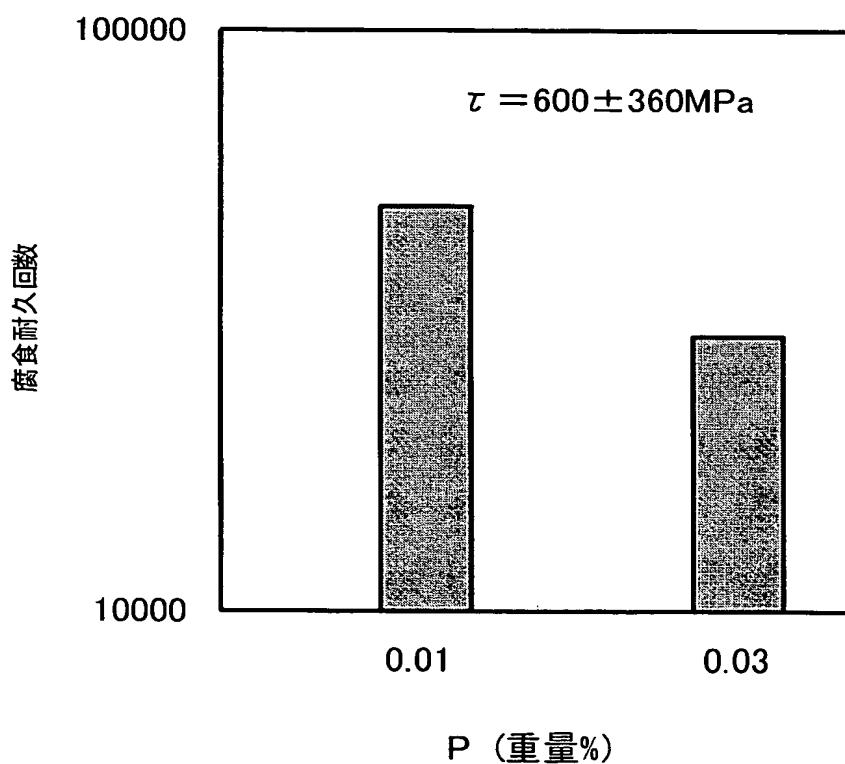
【図4】



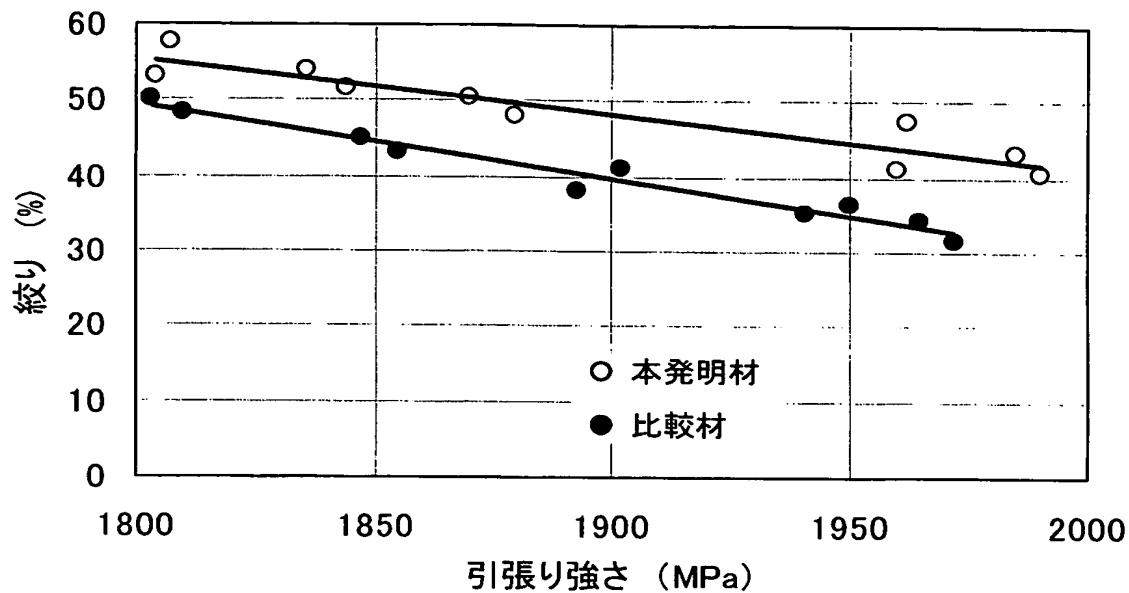
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐腐食性を有するとともに耐久性をも併せ有する冷間成形ばね、及び該ばね用鋼を提供する。

【解決手段】 素材は、重量比にしてC:0.45~0.52%、Si:1.80~2.00%、Ni:0.30~0.80%、Cr:0.15~0.35%、V:0.15~0.30%を含有し、残部が実質的にFeよりなる。この成分を有する線材を高周波加熱により920~1040°Cで5~20秒間加熱し、焼入れした後、450~550°Cで5~20秒間焼もどし、硬さがHRC50.5~53.5となるようとする。その後ショットピーニングを施し、表面下0.2mmの位置で-600MPa以上の残留応力を発生させる。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-114829
受付番号	50300650407
書類名	特許願
担当官	鈴木 夏生 6890
作成日	平成 15 年 4 月 22 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000210986
【住所又は居所】	愛知県名古屋市緑区鳴海町字上汐田 68 番地
【氏名又は名称】	中央発條株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100095670
【住所又は居所】	京都府京都市下京区東洞院通四条下ル元悪王子町 37 番地 豊元四条烏丸ビル小林特許商標事務所
【氏名又は名称】	小林 良平

【選任した代理人】

【識別番号】	100077171
【住所又は居所】	京都市下京区東洞院通四条下ル元悪王子町 37 番 地 豊元四条烏丸ビル 小林特許商標事務所
【氏名又は名称】	竹内 尚恒

次頁無

特願 2003-114829

出願人履歴情報

識別番号 [000210986]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住所 愛知県名古屋市緑区鳴海町字上汐田68番地
氏名 中央発條株式会社